

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  A61B 17/72	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/36699  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. August 1998 (27.08.98)
---	----	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/01018  (22) Internationales Anmeldedatum: 23. Februar 1998 (23.02.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 07 420.0 25. Februar 1997 (25.02.97) DE  (71)(72) Anmelder und Erfinder: HINZE, Manfred [DE/DE]; Am Tannenhof 1, D-19061 Schwerin (DE).  (74) Anwalt: JAESCHKE, Rainer; Griner Weg 77, D-22851 Norderstedt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SG, SI, SK, SL, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
--	---

(54) Title: FRACTURE NAIL FOR INTRAMEDULLARY NAILING OF LONG SHAFT BONES

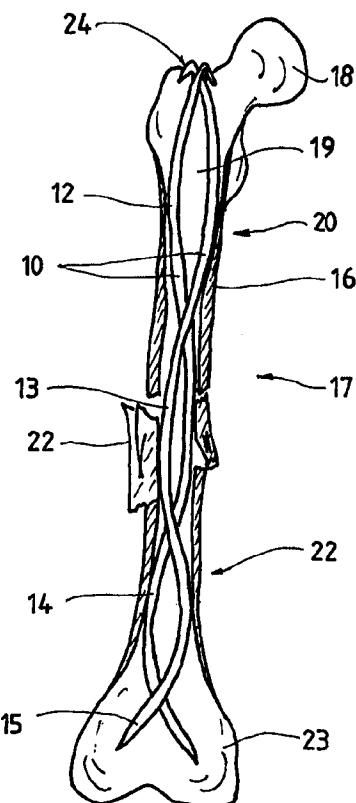
(54) Bezeichnung: KNOCHENNAGEL FÜR DIE MARKRAUMNAGELUNG LANGER RÖHRENKNOCHEN

## (57) Abstract

Fracture nail (10) for intramedullary nailing of long shaft bones (16). To avoid additional bolting or boring the intramedullary cavity (19) in the bone shaft region, a fracture nail is used made of a nickel-titanium alloy which is plastically deformable at a temperature lower than the human body temperature and which returns to its original shape at the body temperature. At the body temperature, the fracture bone has at least one deviation (12, 13, 14) from its straight central axis and at a lower temperature it can be brought to a substantially straight shape. The fracture bone can thus be firmly braced within the medullary cavity and fully stabilises the bone.

## (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Knochennagel (10) für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen (16). Um zusätzliche Querverriegelungen oder ein Aufbohren des Knochenmarkraumes (19) im Schaftbereich zu vermeiden, wird gemäß der Erfindung der Einsatz eines Knochennagels aus einer Nickel-Titan-Legierung vorgeschlagen, die bei einer Temperatur, die geringer als die menschliche Körpertemperatur ist, plastisch verformbar ist und bei Körpertemperatur wieder die ursprüngliche Form annimmt, wobei der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens eine Auslenkung (12, 13, 14) von der geraden Mittelachse aufweist und bei der niedrigeren Temperatur in einen im wesentlichen geraden Verlauf bringbar ist. Dadurch kann sich der Knochennagel fest innerhalb des Markraumes verspannen und den Knochen gut stabilisieren.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Knochennagel für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Knochennagel für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen.

Knochennagelungen werden in der Unfallchirurgie bei Schaftfrakturen von Röhrenknochen der unteren oder oberen Extremität verwendet. Die Knochennagelungen dienen zur Stabilisierung des Knochens während des Heilungsprozesses. Zum Erzielen der ausreichenden Stabilität ist es bekannt, den unterschiedlich bemessenen Markraum im mittleren Schaftbereich des Knochens gleichmäßig aufzubohren, damit der Nagel sich dort auf längerer Strecke fest verklemmt. Markraumbohrungen zerstören ernährende Knochengefäße, sie mindern dadurch die Durchblutung des Knochens und wirken sich somit nachteilig auf den Heilungsprozeß aus.

Bei gelenknahen Schaftbrüchen gelingt eine solche Nagelverkeilung mittels der Bohrung aufgrund des natürlich erweiterten Markraumes nicht mehr. Es ist daher beispielsweise aus der EP 0251 583 A2 bekannt, zusätzliche Querverriegelungen in Form von Schrauben vorzusehen. Diese Schrauben werden unter Röntgensicht durch den Knochen und durch entsprechende Bohrungen im Nagel geführt. Da mindestens zwei bis drei solcher Querverriegelungen eingesetzt werden müssen, bedeutet dies nicht nur eine Ausweitung des Eingriffs mit vermehrter Strahlenbelastung, es werden durch getrennte Wundzugänge und Knochenbohrungen zusätzliche Schäden zugefügt. Querverriegelungen sind zudem technisch schwierig und daher nicht selten mit Komplikationen behaftet. Ferner stellt das Arbeiten unter Röntgensicht eine erhöhte Strahlenbelastung nicht nur für den Patienten sondern auch für den Chirurg dar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Knochennagel so zu verbessern, daß die Nachteile der herkömmlichen Knochennagelungen vermieden werden.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch einen Knochennagel aus einer Nickel-Titan-Legierung gelöst, die bei einer Temperatur, die geringer als die menschliche Körpertemperatur ist, plastisch verformbar ist und bei Körpertemperatur wieder die ursprüngliche Form annimmt, wobei der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens eine Auslenkung von der geraden Mittelachse aufweist und bei der niedrigeren Temperatur in einen im wesentlichen geraden Verlauf bringbar ist. Die Verwendung einer Titanlegierung mit thermomechanischem Memoryeffekt und diese Ausbildung des Knochennagels haben den Vorteil, daß der Nagel in seiner geraden, tiefgekühlten Form in einfacher Weise in den Markraum getrieben werden kann. Sobald der Nagel die Körpertemperatur annimmt, erhält er seine ursprüngliche Form und kann sich innerhalb des Markraumes verspannen.

Eine derartige Nickel-Titan-Legierung ist beispielsweise aus der DE 42 10 801 A1 bekannt. Die dort beschriebene Nickel-Titan-Legierung enthält als Beimischung 0,017% O<sub>2</sub>, 0,0005% H<sub>2</sub>, 0,015% N<sub>2</sub> und 0,13% C. Diese Nickel-Titan-Legierung ist kompatibel zum menschlichen Körper und kann nach erfolgter Heilung im Körper verbleiben. In dieser Druckschrift werden Implantate aus der Legierung für die Behandlung von Fraktionen im Gesichtsbereich beschrieben.

Der Vorteil besteht vor allem darin, daß ein gleichmäßiger Halt des Nagels im Markraum geschaffen werden kann, ohne daß zusätzliche Querverriegelungen erforderlich sind. Auch ist es nicht mehr erforderlich, den Knochenmarkraum aufzubohren. Die Schädigung des Knochens durch den einzusetzenden Knochennagel wird somit auf ein Minimum, nämlich die Einführöffnung für den Nagel, reduziert, so daß der Heilungsprozeß nicht zusätzlich behindert wird.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Knochennagel bei Körpertemperatur zumindest im oberen und/oder im unteren Bereich eine Auslenkung aufweist, so daß sich der Knochennagel im erweiterten oberen bzw. unteren Bereich des Markraumes der Diaphyse verspannt. In diesem Bereich kann sich der Knochennagel noch ohne weiteres gegen die Knochenwandung verspannen, so daß eine eventuell dazwischen liegende Fraktur gut abgestützt werden kann.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung weist der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens zwei in jeweils eine andere Richtung gebogene Auslenkungen auf. Ferner kann vorgesehen werden, daß der Knochennagel bei Körpertemperatur wellenförmig ausgebildet ist. Auch kann es zweckmäßig sein, wenn wenigstens ein freies Ende des Knochennagels bei Körpertemperatur einen gebogenen Verlauf aufweist, so daß sich der Nagel im Bereich der Epiphyse abstützt. Durch diese zusätzlichen Maßnahmen kann sich der Knochennagel gut im Markraum festspannen, ohne daß ein Bereich zu stark beansprucht wird.

Grundsätzlich ist es zweckmäßig, wenn die Auslenkungen an den Verlauf des Markraumes des zu nagelnden Knochens nahezu angepaßt sind. Der Verlauf des Markraumes kann beispielsweise anhand der ohnehin zu tätigenden Röntgenaufnahme ermittelt und Nägel mit entsprechender Abmessung aus einem Standardsortiment ausgewählt werden. Hiermit können ferner die Ausrichtung und/oder die Lage der Auslenkungen an die Lage der Fraktur angepaßt werden. Dies hat den Vorteil, daß eine Anordnung einer Auslenkung im unmittelbaren Bruchbereich vermieden werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Knochennagel im Bereich des Nagelkopfes mit einem in bezug auf eine Verdrehung um die Mittelachse asymmetrisch ausgebildeten Bereich versehen ist, so daß eine eindeutige Orientierung des Nagels in eingeführter

Lage möglich ist. Dies hat den Vorteil, daß der Chirurg den Nagel in eingetriebener Lage verdrehen kann, um die Ausrichtung der Auslenkungen an den Verlauf des Markraumes anzupassen. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Nagel unterschiedlich stark gekrümmte Auslenkungen aufweist. Es kann beispielsweise vorgesehen werden, daß dieser Bereich des Nagels eine Kerbe aufweist, die mit einem Drehwerkzeug in Eingriff bringbar ist, um ein Verdrehen und Ausrichten des Knochennagels zu ermöglichen. Auch kann dieser Bereich als ein in eine Richtung weisender Haken ausgebildet sein, der zudem als Zugmittel für ein späteres Entfernen des Nagels dienen kann.

Der Halt des Nagels wird durch das Zusammenwirken der Auslenkungen mit der Innenwandung des Markraumes bewirkt. Es ist nicht mehr erforderlich, daß der Durchmesser entsprechend dem ggf. aufgebohrten Markraum in der Mitte des Knochenschaftes bemessen und demzufolge relativ schwer ist. Vielmehr kann vorgesehen werden, daß der Knochennagel einen Durchmesser aufweist, der kleiner als das kleinste lichte Maß des Markraumes ist. Dies hat zum einen den Vorteil, daß der Nagel in der geraden, tiefgekühlten Form relativ leicht einführbar ist. Zum anderen besteht ein Vorteil darin, daß der Nagel relativ leicht ist und einen geringeren Materialaufwand erfordert. Dadurch können eventuelle Mehrkosten durch die aufwendigere Legierung ausgeglichen werden.

Für eine feste Verspannung ist es ferner zweckmäßig, wenn der Abstand der Maxima wenigstens zweier sich senkrecht zur Mittelachse in entgegengesetzte Richtungen krümmenden Auslenkungen größer als das kleinste lichte Maß des Markraumes ist. Hierdurch wird ein sicheres und festes Verspannen des Knochennagels im Markraum bewirkt.

Je nach Ausmaß des Knochenmarkraumes und des Nagels kann vorgesehen werden, daß mehrere derartiger Knochennägel eingesetzt werden. Die einzelnen Nägel können dann so

ineinander verdreht sein, daß eine optimale Abstützung erzielt werden kann.

Es kann auch vorgesehen werden, daß zusätzlich ein gerader Nagel eingesetzt wird, an den sich die anderen gekrümmten Nägel abstützen können. Hier kann vorgesehen werden, daß im Falle einer Entfernung der Knochennägel zuerst der gerade Nagel entfernt wird, so daß die übrigen, gekrümmten Nägel entspannt werden und leichter herausgezogen werden können. Grundsätzlich ist jedoch ein Entfernen eines gekrümmten Nagels aufgrund der Elastizität des Legierung ohnehin möglich. Da jedoch die Nickel-Titan-Legierung körperverträglich ist, müssen die Knochennägel nur in Ausnahmefällen entfernt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 a-b einen Knochennagel gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Oberschenkelknochen, der mit Knochennägeln gemäß der Erfindung genagelt ist,

Fig. 3 einen Oberarmknochen, der mit Knochennägeln gemäß der Erfindung genagelt ist,

Fig. 4 einen Knochennagel für einen Oberarmknochen, und

Fig. 5 eine Knochenmarknagelung eines Unterarms.

In den Fig. 1 a und 1 b ist ein Knochennagel 10 für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen, wie z. B. die der oberen und unteren Extremitäten des Menschen, schematisch dargestellt. Der Knochennagel 10 besteht aus einer Nickel-Titan-Legierung mit thermomechanischem Memory-Effekt, d. h. aus einer Metalllegierung, die bei einer tiefen Temperatur,

die geringer als die menschliche Körpertemperatur ist, plastisch verformbar ist und bei Körpertemperatur wieder die ursprüngliche Form erhält. Die tiefe Temperatur kann beispielsweise -10°C bis -20°C betragen.

Fig. 1 b stellt den Knochennagel 10 in seiner ursprünglichen Form bei Körpertemperatur dar. Der Knochennagel weist mehrere, in unterschiedliche Richtungen senkrecht zur Mittelachse 11 gekrümmte Auslenkungen 12, 13, 14 auf. Das untere freie Ende 15 ist zudem nach außen gebogen. Die einzelnen Auslenkungen sind in bezug auf die Mittelachse in etwa wellenförmig ausgebildet, so daß der gesamte Knochennagel wellenförmig entlang der Mittelachse 11 verläuft.

Der Knochennagel wird zur Vorbereitung einer Nagelung tiefgekühlt und in die in Fig. 1 a dargestellte gerade Form gebracht. In diesem tiefgekühlten Zustand kann der Knochennagel problemlos in den Markraum eingeführt werden. Im Laufe der Zeit wird sich der Knochennagel auf Körpertemperatur erwärmen und sich wieder in die ursprüngliche Form gemäß Fig. 1 b verformen.

Der Vorteil einer Knochennagelung mit einem derartigen Knochennagel ist aus den Fig. 2 und 3 ersichtlich. In Fig. 2 ist eine Nagelung eines Oberschenkelknochens 16 dargestellt. Der Oberschenkelknochen 16 ist im mittleren Schaftbereich 17 gebrochen. Die dargestellte Markraumnagelung wird mit zwei Knochennägeln entsprechend der Fig. 1 a, b durchgeführt, indem der gerade Knochennagel 10 (Fig. 1a) in üblicher Weise von oben im Bereich der Gelenkkugel 18 in den Markraum 19 eingeführt wird.

Nach Beendigung des Nagelvorganges stellt sich der ursprüngliche gekrümmte Verlauf der Knochennägel entsprechend Fig. 1 b ein. Durch die ausgelenkten Bereiche 12, 14 kann sich der Knochennagel 10 im oberen erweiterten Schaftbereich 20 und im unteren erweiterten Schaftbereich

21 des Markraumes 19 abstützen. Die mittlere Auslenkung 13 ist etwas schwächer ausgebildet und befindet sich in unmittelbare Nähe der Fraktur 22 und kann dort den einzelnen Bruchstücken einen guten Halt bieten. Durch das gekrümmte freie Ende 15 wird der Knochennagel ferner im Bereich der Epiphyse 23 des Knochens 16 verankert. Der Knochennagel stützt sich demnach in den Bereichen 20, 21 der Diaphyse, in der unteren Epiphyse 23 und in der oberen Einschlagöffnung 24 ab. Dadurch kann ein sicherer Halt des Knochennagels 10 gewährleistet werden.

In der Fig. 3 ist eine Knochennagelung eines Oberarmknochens 25 dargestellt. Der entsprechende Knochennagel 26 ist in Fig. 4 gezeigt. Der Verlauf des Knochennagels 26 ist an den Verlauf des Markraumes 27 des Oberarmknochens 25 angepaßt und weist eine stärkere Auslenkung 28 im oberen Bereich auf.

Entsprechend zu dem vorher beschriebenen Nagelvorgang wird auch der Oberarmnagel 26 zunächst tiefgekühlt in die gerade Form gebracht und in den Markraum 27 getrieben. Hier wird ein weiterer Vorteil dieses Knochennagels deutlich. Mit herkömmlichen Knochennägeln war es stets erforderlich, den Nagel im Schulterbereich 29 einzuführen und durch mindestens eine Querverriegelung festzusetzen. Diese Knochennagelung ist sehr aufwendig und mit Nachwirkungen für den Patienten verbunden. Da sich nunmehr der Knochennagel 26 selbsttätig im Markraum verspannt, ist es möglich, den Knochennagel von der Ellenbogenseite 30 einzuführen. Hierdurch wird der operative Aufwand und die Nachwirkungen der Nagelung bei dem Patienten wesentlich reduziert.

In Fig. 5 ist die Markraumnagelung eines gebrochenen Unterarms dargestellt. Hier sind sowohl die Elle 31 als auch die Speiche 32 mit jeweils zwei relativ dünnen Knochennägeln 33, 34 genagelt. Die Knochennägel weisen hierzu bei Körpertemperatur eine Vielzahl von

wellenförmigen Auslenkungen auf, um sich gleichmäßig in dem relativ dünnen Markraum der Unterarmknochen zu verspannen.

In der Zeichnung sind die Knochennagelungen stets mit zwei Knochennägeln durchgeführt worden. Es ist selbstverständlich, daß in Abhängigkeit von der Größe des Knochens und den inneren Ausmaßen des Markraumes auch drei oder mehrere Knochennägel erforderlich sind bzw. lediglich ein Knochennagel ausreichend sein kann. Auch ist es möglich, den gekrümmten Verlauf des Knochennagels vorab an den Verlauf des Markraumes und an die Lage der Fraktur anzupassen. Hierzu ist lediglich das Röntgenbild erforderlich, das in der Regel ohnehin bei jeder Knochenbruchbehandlung angefertigt wird. Der Nagel kann somit einen optimalen Halt im Markraum finden, ohne daß die Bruchstelle übermäßig belastet wird.

Es ist offensichtlich, daß durch die oben beschriebenen Nagel 10, 26 eine Knochennagelung leicht durchgeführt werden kann. Insbesondere verspannt sich der Knochennagel 10, 26 von selbst im Markraum, so daß zusätzliche Querverriegelungen und/oder eine Aufbohrung des Markraumes im mittleren Schaftbereich nicht erforderlich sind. Hierdurch werden dem Knochen neben der eigentlichen Fraktur keine weiteren Schäden zugefügt, so daß der Heilungsprozeß nicht verzögert wird.

Bezugszeichenliste

- 10 Knochennagel
- 11 Mittelachse
- 12 Auslenkung
- 13 Auslenkung
- 14 Auslenkung
- 15 freies Ende
- 16 Oberschenkelknochen
- 17 Schaftbereich
- 18 Gelenkkugel
- 19 Markraum
- 20 oberer Schaftbereich
- 21 unterer Schaftbereich
- 22 Fraktur
- 23 Epiphyse
- 24 Einschlagöffnung
- 25 Oberarmknochen
- 26 Knochennagel
- 27 Markraum
- 28 Auslenkung
- 29 Schulterbereich
- 30 Ellenbogenseite
- 31 Elle
- 32 Speiche
- 33 Knochennagel
- 34 Knochennagel

Ansprüche

1. Knochennagel (10, 26) für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen (16, 25) aus einer Nickel-Titan-Legierung, die bei einer Temperatur, die geringer als die menschliche Körpertemperatur ist, plastisch verformbar ist und bei Körpertemperatur wieder die ursprüngliche Form annimmt, wobei der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens eine Auslenkung (12, 13, 14, 28) von der geraden Mittelachse (11) aufweist und bei der niedrigeren Temperatur in einen im wesentlichen geraden Verlauf bringbar ist.
2. Knochennagel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Knochennagel bei Körpertemperatur zumindest im oberen Bereich und/oder im unteren Bereich eine Auslenkung (12, 14) aufweist, so daß sich der Knochennagel im erweiterten oberen bzw. unteren Bereich (20, 21) des Markraumes (19, 27) der Diaphyse verspannt.
3. Knochennagel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens zwei in jeweils eine andere Richtung gebogene Auslenkungen (12, 13, 14) aufweist.
4. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Knochennagel bei Körpertemperatur wellenförmig ausgebildet ist.
5. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein freies Ende (15) des Knochennagels bei Körpertemperatur einen gebogenen Verlauf aufweist, so daß sich der Nagel im Bereich der Epiphyse (23) abstützt.

6. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslenkungen an den Verlauf des Markraumes (19, 27) des zu nagelnden Knochens (16, 25) nahezu angepaßt sind.

7. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessung, die Ausrichtung und/oder die Lage der Auslenkungen an die Lage der Fraktur (22) angepaßt sind.

8. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Knochennagel einen Durchmesser aufweist, der kleiner als das kleinste lichte Maß des Markraumes ist.

9. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Maxima wenigstens zweier sich senkrecht zur Mittelachse in entgegengesetzte Richtungen krümmenden Auslenkungen größer als das kleinste lichte Maß des Markraumes ist

10. Knochennagel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Knochennagel im Bereich des Nagelkopfes mit einem in bezug auf eine Verdrehung um die Mittelachse asymmetrisch ausgebildeten Bereich versehen ist, so daß eine eindeutige Orientierung des Nagels in eingeführter Lage möglich ist.

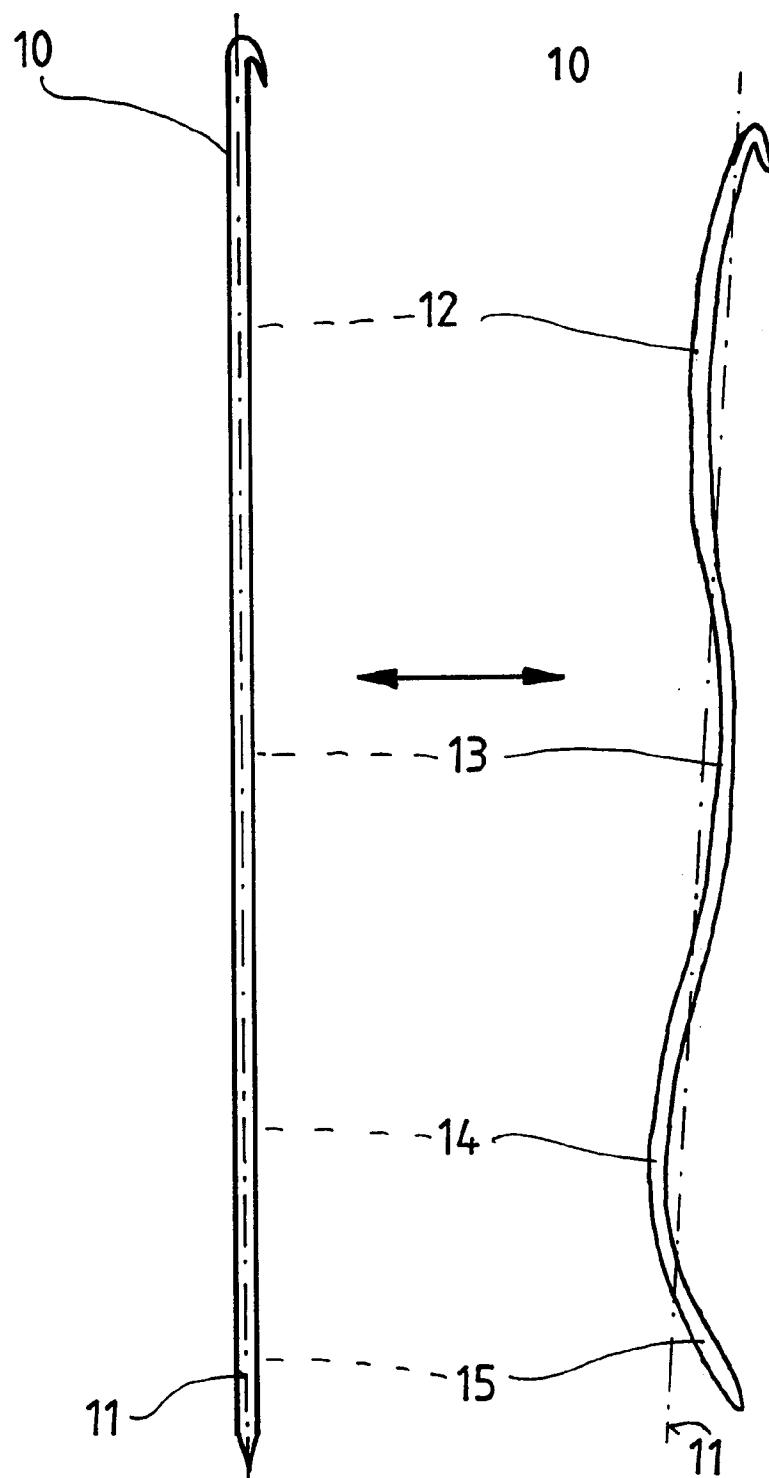


FIG. 1

a.

b.

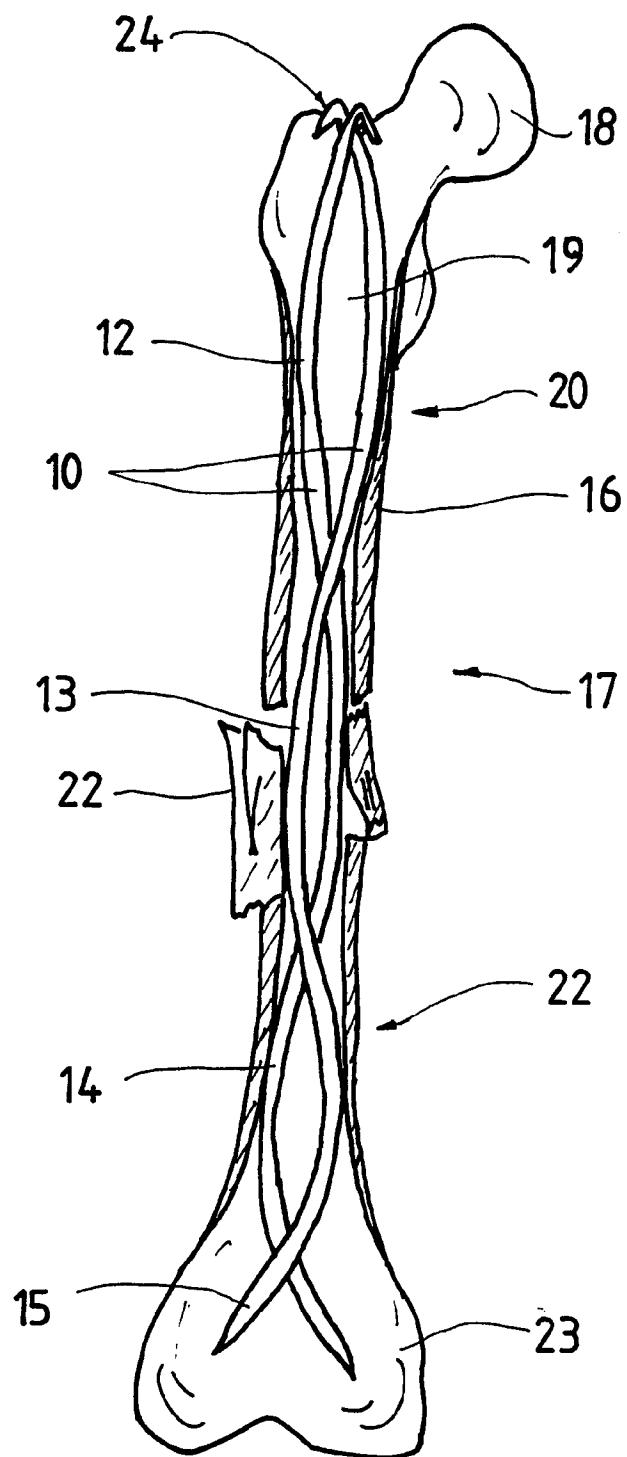


FIG. 2

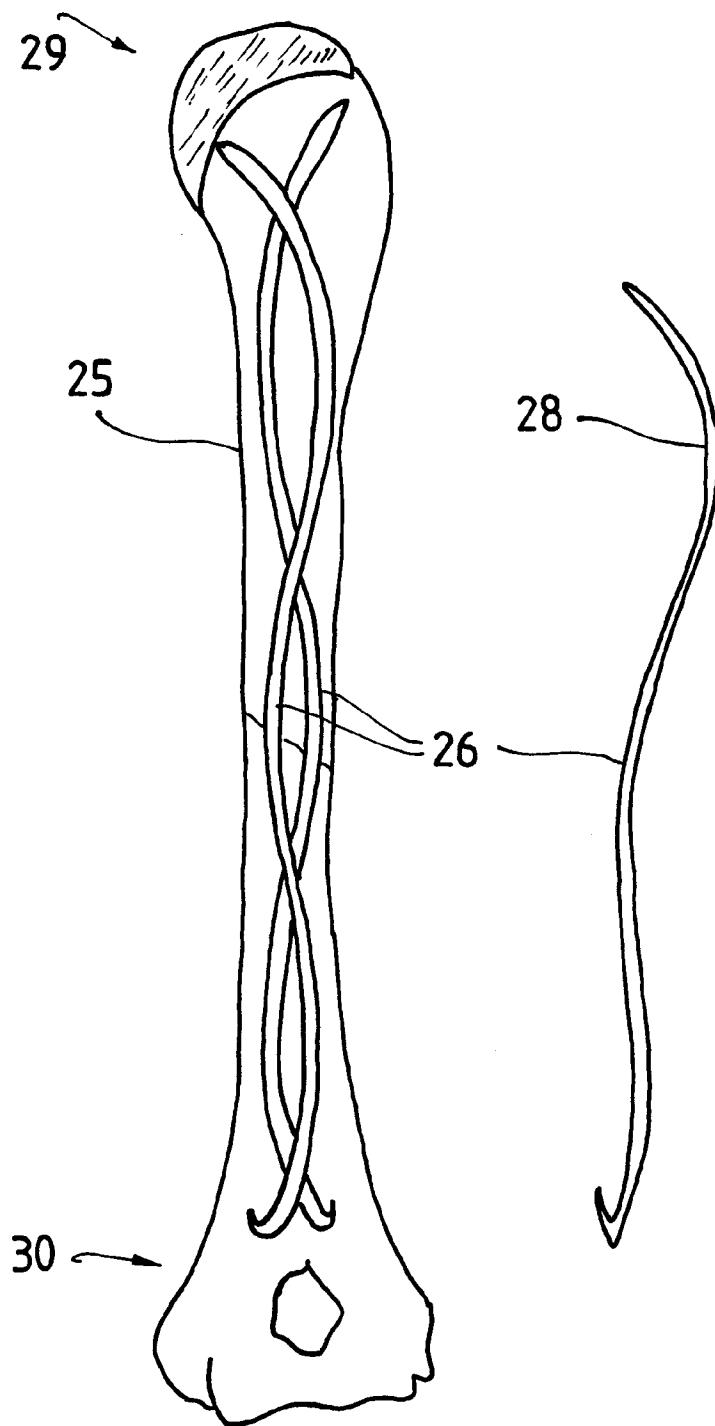


FIG.3

FIG.4

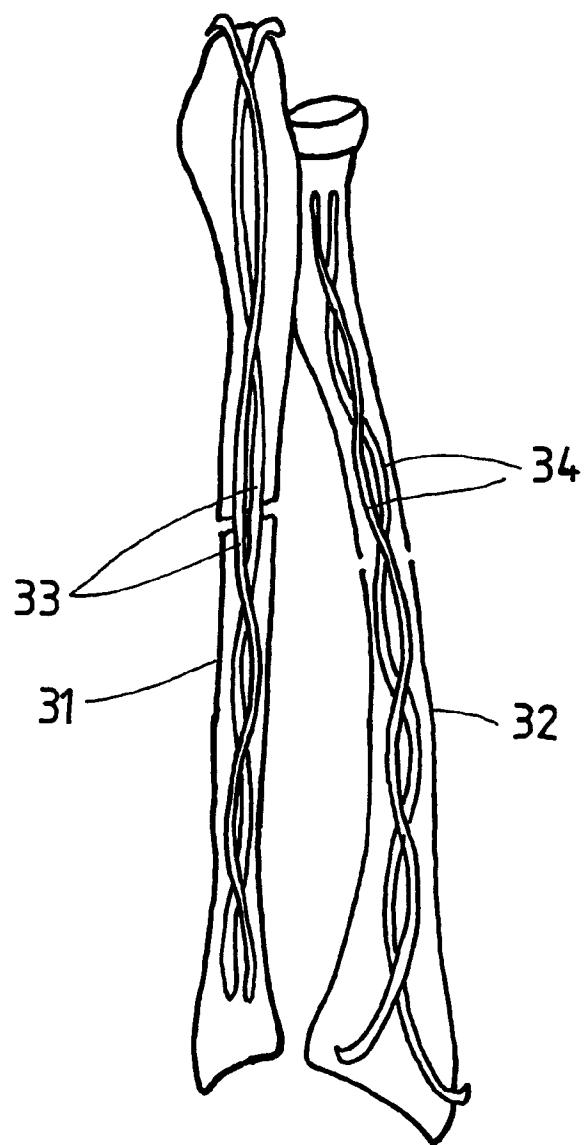
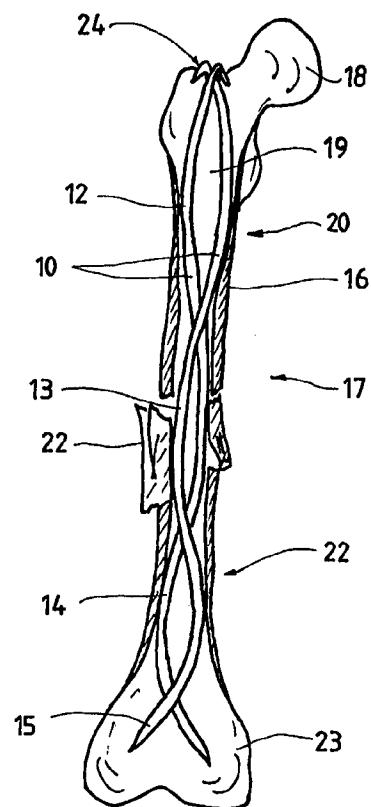


FIG. 5

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>A61B 17/72</b>		A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/36699</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. August 1998 (27.08.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/01018			
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Februar 1998 (23.02.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 07 420.0 25. Februar 1997 (25.02.97) DE			(81) Bestimmungsstaaten: AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SG, SI, SK, SL, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(71)(72) Anmelder und Erfinder: HINZE, Manfred [DE/DE]; Am Tannenhof 1, D-19061 Schwerin (DE).			Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(74) Anwalt: JAESCHKE, Rainer; Grüner Weg 77, D-22851 Norderstedt (DE).			(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 19. November 1998 (19.11.98)
<b>(54) Title: FRACTURE NAIL FOR INTRAMEDULLARY NAILING OF LONG SHAFT BONES</b>			
<b>(54) Bezeichnung: KNOCHENNAGEL FÜR DIE MARKRAUMNAGELUNG LANGER RÖHRENKNOCHEN</b>			
<b>(57) Abstract</b>			
Fracture nail (10) for intramedullary nailing of long shaft bones (16). To avoid additional bolting or boring the intramedullary cavity (19) in the bone shaft region, a fracture nail is used made of a nickel-titanium alloy which is plastically deformable at a temperature lower than the human body temperature and which returns to its original shape at the body temperature. At the body temperature, the fracture bone has at least one deviation (12, 13, 14) from its straight central axis and at a lower temperature it can be brought to a substantially straight shape. The fracture bone can thus be firmly braced within the medullary cavity and fully stabilises the bone.			
<b>(57) Zusammenfassung</b>			
Die Erfindung betrifft einen Knochennagel (10) für die Markraumnagelung langer Röhrenknochen (16). Um zusätzliche Querverriegelungen oder ein Aufbohren des Knochenmarkraumes (19) im Schaftbereich zu vermeiden, wird gemäß der Erfindung der Einsatz eines Knochennagels aus einer Nickel-Titan-Legierung vorgeschlagen, die bei einer Temperatur, die geringer als die menschliche Körpertemperatur ist, plastisch verformbar ist und bei Körpertemperatur wieder die ursprüngliche Form annimmt, wobei der Knochennagel bei Körpertemperatur wenigstens eine Auslenkung (12, 13, 14) von der geraden Mittelachse aufweist und bei der niedrigeren Temperatur in einen im wesentlichen geraden Verlauf bringbar ist. Dadurch kann sich der Knochennagel fest innerhalb des Markraumes verspannen und den Knochen gut stabilisieren.			



#### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkci
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/01018

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 A61B17/72

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 133 (C-0925), 6 April 1992 & JP 03 295562 A (DAIDO STEEL), 26 December 1991 see abstract; figures 1,2 ---	1-4,6,9
X	FR 2 727 304 A (D.FELMAN UND C.MAI) 31 May 1996 see page 2, line 14 - page 3, line 32 ---	1-3,6,7
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8611 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P31, AN 86-074719 XP002076306 & SU 1 175 460 A (NOVOK DOCTOR TRAIN) , 30 August 1985 see abstract; figures ---	1-4,6,9, 10



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

7 September 1998

14/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nice, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/01018

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>3</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8541 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P31, AN 85-254935 XP002076307 & SU 1 147 378 A (NOVOK DOCTOR REFRES) , 23 June 1985 see abstract ----	1-4
A	GB 2 114 005 A (FRIED KRUPP) 17 August 1983 see abstract; figures 1A-1B see page 2, line 14 - line 15 ----	1, 4
A	DE 27 03 529 A (FRIED KRUPP) 3 August 1978 see page 6, line 13 - line 18 ----	1, 4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/01018

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR 2727304	A 31-05-1996	NONE		
GB 2114005	A 17-08-1983	DE 3201056 C 11-08-1983	JP 58124438 A 25-07-1983	
DE 2703529	A 03-08-1978	US 4170990 A		16-10-1979

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01018

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61B17/72

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 133 (C-0925), 6. April 1992 & JP 03 295562 A (DAIDO STEEL), 26. Dezember 1991 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ---	1-4,6,9
X	FR 2 727 304 A (D.FELMAN UND C.MAI) 31. Mai 1996 siehe Seite 2, Zeile 14 - Seite 3, Zeile 32 ---	1-3,6,7 -/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

' Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	'T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist 'X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden 'Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist '&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
---	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  7. September 1998	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  14/09/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Nice, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01018

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8611 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P31, AN 86-074719 XP002076306 & SU 1 175 460 A (NOVOK DOCTOR TRAIN) , 30. August 1985 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ----	1-4, 6, 9, 10
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8541 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P31, AN 85-254935 XP002076307 & SU 1 147 378 A (NOVOK DOCTOR REFRES) , 23. Juni 1985 siehe Zusammenfassung ----	1-4
A	GB 2 114 005 A (FRIED KRUPP) 17. August 1983 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1A-1B siehe Seite 2, Zeile 14 - Zeile 15 ----	1, 4
A	DE 27 03 529 A (FRIED KRUPP) 3. August 1978 siehe Seite 6, Zeile 13 - Zeile 18 -----	1, 4

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2727304	A 31-05-1996	KEINE		
GB 2114005	A 17-08-1983	DE 3201056 C		11-08-1983
		JP 58124438 A		25-07-1983
DE 2703529	A 03-08-1978	US 4170990 A		16-10-1979